پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۹ شمارۀ۱، نیمۀ اول ۱۳۹۷، صفحۀ ۶۸-۵۷

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 9, No. 1, 2018, p. 57-68
DOI: 10.22067/ijpr.v9i1.53816

بررسی اثر تنش شوری بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود (*Cicer arietinum* L.) رقم آزاد

غلامرضا دره‌کی[۱*]، غلامرضا زمانی[۲]، و محمدحسن سیاری[۳]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند، رشته شناسایی و مبارزه با علف‌های‌هرز
۲- دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند، رشته فیزیولوژی گیاهان زراعی، gzamani@birjand.ac.ir
۳- دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند، رشته خاکشناسی، گرایش تغذیه، msayari@birjand.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۱/۲۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۵/۲۰

چکیده

تنش شوری از تنش‌های مهم غیرزیستی است که اثرات زیانباری بر عملکرد گیاه و کیفیت محصول دارد. خسارت شوری در گیاهان از طریق بروز تنش یونی و اسمزی است که ضمن تأثیر منفی بر عملکرد و اجزای عملکرد، بسیاری فرآیندهای دخیل در رشد و نمو گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد. به منظور بررسی تأثیر شوری بر عملکرد، اجزای عملکرد و غلظت عناصر سدیم و پتاسیم بر گیاه نخود (*Cicer arietinum* L.) رقم آزاد، آزمایشی در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند با چهار تکرار انجام شد. تیمارهای شوری خاک از منبع کلرید سدیم شامل ۱، ۳، ۵، ۷ و ۹دسی زیمنس بر متر بود. بر اساس نتایج آزمایش، شوری اثر منفی بر ارتفاع بوته، تعداد برگ و سطح برگ نخود داشت، به‌طوری‌که بیشترین سطح شوری (۹دسی زیمنس بر متر) در این آزمایش نسبت به شاهد به‌ترتیب موجب کاهش ۲۲/۴۴درصدی ارتفاع، ۱۵/۸۴درصدی تعداد برگ، ۵۸/۳۶درصدی سطح برگ، ۵۹/۷۲درصدی غلظت پتاسیم برگ و افزایش ۷۶/۷۵درصدی غلظت سدیم برگ شد. همچنین اثر شوری بر اجزای عملکرد در این آزمایش نشان داد که افزایش شوری از یک به ۹دسی‌زیمنس بر متر به‌ترتیب باعث کاهش ۳۳/۳۳درصدی تعداد غلاف بارور، ۵۹/۸۳درصدی عملکرد دانه در بوته، ۴۴/۴۴درصدی وزن ۱۰۰دانه و ۳۹/۳۴درصدی وزن خشک کل نخود شد. بیشترین اثرات شوری بر صفات اندازه‌گیری‌شده نخود در این آزمایش در شوری ۷دسی زیمنس بر متر مشاهده شد.

کلمات کلیدی: ارتفاع بوته، سطح برگ، شوری خاک، عملکرد دانه، وزن خشک کل

مقدمه

تنش شوری از تنش‌های مهم غیرزیستی است که اثرات زیانباری بر عملکرد و کیفیت محصولات زراعی دارد. شوری در بسیاری از مناطق کشاورزی دنیا خصوصاً در آب و هوای خشک و نیمه‌خشک، از عوامل مهم محدودکننده استقرار و تولید گیاهان زراعی به‌شمار می‌رود (Turan *et al.*, 2009). برآوردها حاکی از آن است که بیش از ۸۰۰میلیون هکتار برابر با ۶درصد زمین‌های جهان تحت تأثیر سطوح مختلف شوری بوده و حدود ۲۳درصد از اراضی تحت کشت با مشکل شوری مواجه هستند (FAO, 2011). ایران جزء مناطق خشک و نیمه‌خشک دنیا محسوب می‌شود. در این مناطق پراکنده‌بودن و مقدار کم نزولات جوی و تبخیر زیاد سبب تجمع املاح در لایه سطحی خاک می‌شود (Kafi *et al.*, 2011). در گیاهان زراعی، شوری ضمن تأثیر منفی بر عملکرد و اجزای عملکرد، بسیاری فرآیندهای دخیل در رشد و نمو گیاهان را تحت تأثیر قرار می دهد (Boem *et al.*, 1994). شوری بر جنبه‌های مختلف رشد اثر گذاشته و موجب کاهش و به‌تأخیرافتادن جوانه‌زنی، کاهش رشد اندام‌های هوایی و کاهش تولید ماده خشک می‌گردد (Munns & Tester, 2008). کاهش سطح برگ سریع‌ترین پاسخ گیاه به شوری است و با افزایش سطح شوری، توسعه برگ‌ها متوقف می‌گردد (Munns & Tester, 2008). به دنبال کاهش سطح برگ، میزان جذب نور و ظرفیت کل فتوسنتز کاهش می‌یابد که این امر سبب کاهش تأمین فرآورده‌های فتوسنتزی لازم برای رشد برگ می‌گردد. در نتیجه، تولید برگ‌های جدید با مشکل مواجه شده و نشانه‌های سوختگی در برگ‌های بالغ مشاهده می‌شود (Munns & Tester, 2008). کاهش در تعداد برگ و سطح برگ که در واقع کاهش در سطح فتوسنتزی می‌باشد، خود می‌تواند یکی از عوامل کاهش وزن خشک گیاه باشد. تنش شوری مانع رشد ریشه و ساقه است و در غلظت کم شوری با کاهش رشد و عملکرد و در غلظت‌های بالا با قرارگرفتن در معرض شوری برای مدت طولانی منجر به

*نویسنده مسئول: تلفن همراه: ۰۹۱۵۵۶۱۱۸۸۹،
doraki_rg@yahoo.com

مرگ گیاه می‌شود (Munns, 2005). شوری بر انتقال و تسهیم عناصر در اندام‌های مختلف گیاه تأثیر مـی‌گـذارد کـه ایـن امـر سبب افت کیفیت در انـدام‌هـای رویشـی و زایشـی مـی‌گـردد. پتاسیم عنصر مغذی ضروری برای رشد گیاهان است کـه نقـش اصلی در ایجاد فشار اسمزی و تولید پـروتئین سـلول‌هـا دارد و کلرید سدیم سبب اختلال در جذب فعال این عنصـر مـی‌شـود (Aminpanah & Soroushzadeh, 2005). لذا سدیم مانع از جذب انتخابی سلول می‌گردد. علاوه بـر ایـن رقابـت سـدیم بـا پتاسیم برای محل‌های اتصـال درون سـلول (بـه دلیـل فراوانـی بیشتر سدیم نسبت به پتاسیم) سـبب کـاهش جـذب غیرفعـال این عنصر می‌گردد. در ایـن رابطـه تبـادل پتاسـیم واکـوئلی بـا سدیم را به‌عنوان یک مکانیسـم احتمـالی بـرای ذخیـره‌سـازی سدیم در واکوئل ذکر می‌کننـد (Mansour *et al*., 1993). در سطوح بالای شوری، غالبیت یون سدیم از جذب پتاسیم توسط گیاه جلوگیری نموده است (Baghalian *et al*., 2008). پاسخ گیاهان به تـنش شـوری متفـاوت بـوده و بـه میـزان سـمیت و پتانسیل اسمزی نمک و مدت زمان تنش بستگی دارد. خسارت شوری در گیاهان از طریق بروز تنش یونی و اسمزی اسـت کـه معادل کاهش میزان آب، اثر سمیت ویژه یـون‌هـا و اخـتلال در جـذب عناصـر غـذایی مـی‌باشـد (Shabala & Al_Azawi, 2000; Munns & Tester, 2008).

نخـود (*Cicer arietinum* L.) گیـاهی دولپـه، یکسـاله، متعلـق بـه خـانواده حبوبـات Leguminosae مـی‌باشـد و بـا دارابودن سومین رتبه از نظر تولیـد در میـان کـل حبوبـات، در آسیا، اروپا، استرالیا و شمال امریکا کشت می‌شود (Roy *et al*., 2010). ایران با تولید بیش از ۲۰۰هزار تن دانه، جایگـاه هفـتم در کشت این محصول را دارد. نخود زراعی به واسـطۀ دارابـودن میزان بالای پروتئین (۱۸ تا ۳۰درصد وزن خشک) نقش مهمی در برطرف‌کردن کمبود پروتئین دارد. علاوه بر اهمیت این گیاه به‌عنوان یک منبع مهم تغذیه برای انسان و دام، ایـن گیـاه مـی تواند در مدیریت حاصلخیزی خاک به ویـژه در منـاطق خشـک کمک نماید (Sharma, 1982; Juda, 1984). بـا وجـود ایـن، مشخص شده اسـت کـه شـوری مـی‌توانـد عملکـرد و کیفیـت محصول نخود حتی ارقام متحمـل بـه شـوری را کـاهش دهـد (Asha Dhingra, 2007). در مطالعـه‌ای کـه Kafi *et al*, (2011) جهـت بررسـی تـأثیر تـنش شـوری بـر متغیرهـای فیزیولوژیک ارقام نخود انجـام دادنـد، گـزارش کردنـد افـزایش میزان کلرید سـدیم موجـب افـزایش غلظـت کلروفیـل a و b و کاروتنوئیدها در نخود شد. با وجود این، تـنش شـوری ناشـی از کلرید سدیم تأثیر معنی‌داری بر نسبت کلروفیل‌a به کلروفیـل‌b در ژنوتیپ‌های مختلف نداشـت. همچنـین بـین ژنوتیـپ‌هـا در سطوح مختلف شوری از نظر محتوی سدیم و نسبت سـدیم بـه پتاسیم اندام هوایی اختلاف معنی‌داری وجود داشت، اما از نظـر پتاسـیم اخـتلاف معنـی‌دار نبـود. Arefian *et al*, (2012) گزارش کردند بـا افـزایش شـدت تـنش شـوری، وزن تَـرِ همـه ژنوتیپ‌های نخود کاهش یافت و با افزایش مـدت زمـان تـنش، شـدت کـاهش وزن، بیشـتر نیـز شـد. بررسـی فرآینـدهای فیزیولوژیک و موفولوژیک در پاسخ به تنش جهت مدیریت گیاه زراعی در شرایط شوری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار اسـت. ایـن تحقیق با هدف مطالعه تأثیر سطوح مختلف شـوری بـر غلظـت عناصر سدیم و پتاسیم، عملکرد و اجـزای عملکـرد نخـود رقـم آزاد، جهت شناخت واکنش‌هـای ایـن محصـول در مواجهـه بـا شرایط شور انجام شد.

مواد و روش‌ها

ایـن تحقیـق در گلخانـه تحقیقـاتی دانشـکده کشـاورزی دانشگاه بیرجند، در قالب طـرح بلـوک‌هـای کامـل تصـادفی بـا سطوح شوری ۱، ۳، ۵، ۷ و ۹دسی زیمـنس بـر متـر، در چهـار تکرار انجام شد. بافت خاک از نوع لومی شنی، pH معادل ۸/۰۹ و هدایت الکتریکی یک دسی‌زیمنس بر متـر و بـرای آبیـاری از آب تصفیه‌شده با هدایت الکتریکی کمتر از ۳۵۰دسی‌زیمنس بر سانتی‌متراستفاده شد. برای اعمـال شـوری خـاک، ابتـدادرصـد رطوبت اشباع خاک در آزمایشگاه تعیین و سپس‌درصد رطوبـت ظرفیت زراعی به‌دست آمد و مقدار نمـک لازم از منبـع کلریـد سدیم بـرای رسـیدن بـه سـطوح شـوری از فرمـول Stephen (2008) محاسبه شد.

when Ec < 5 dSm^{-1}TDS (mg/L)= Ec (dSm^{-1})×640 (۱)
when Ec > 5 dSm^{-1} TDS (mg/L)= Ec (dSm^{-1})× 800

در این آزمایش از گلدان‌هایی با قطر ۲۵سانتی‌متـر اسـتفاده شد که وزن خاک ریخته‌شده در هر کدام ۴/۵ کیلوگرم بود و بعد از تنُک، در هر گلدان تعداد سه بوده باقی ماند. در طـی آزمـایش، آبیاری با توزین روزانه گلدان‌ها بر اساس‌درصـد رطوبـت ظرفیـت زراعی با استفاده از آب تصفیه‌شده صورت گرفت. شرایط محیطی گلخانه در طول فصل رشد گیاهان کنترل شد و شـامل طـول روز ۱۶ و طـول شـب ۸سـاعت، رطوبـت نسـبی در محـدوده ۵۵ تـا ۷۵درصد و دمای حدود ۲۵درجه سانتی‌گـراد در روز و ۱۵درجـه سانتی‌گراد در شب بود. ارتفاع نهایی بوته‌ها قبل از خشک‌شدن تا انتهای ساقه با خط‌کش بر حسب سانتی‌متر اندازه‌گیـری شـد. در اواخر گلدهی قبل از زردشدن غلاف‌های نخـود، بـرگ‌هـای یـک بوته به‌طور کامل برداشت و ضمن شمارش تعـداد بـرگ، سـطح برگ[۱] بلافاصله در آزمایشگاه توسط دستگاه سنجش سـطح بـرگ

[۱] Leaf Area

(Area Leaf Meter) ساخت کشور انگلستان مدل-Li-Cor.LI 1300 اندازه‌گیری شد. جهت تعیین وزن خشک، کل قسمت هوایی برداشت شده و به مدت ۴۸ساعت در آون در دمای ۷۰درجه سانتی‌گراد قرار داده و سپس با ترازوی با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. جهت اندازه‌گیری عناصر در اوایل گلدهی تعدادی از آخرین برگ‌های توسعه‌یافته گیاه برداشت و سپس نمونه‌ها در آون با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ساعت خشک گردید. آماده‌سازی نمونه‌ها به روش (-Hamada & EL Enany (1994 انجام و مقدار عناصر سدیم و پتاسیم توسط دستگاه جذب اتمی (شعله) Atomic Absorbtion (ContrAA-700) بر اساس PPM قرائت گردید. همچنین بعد از زردشدن کامل، بوته‌ها برداشت و وزن خشک کل اندازه‌گیری، تعداد غلاف‌ها شمارش و عملکرد دانه در بوته اندازه‌گیری و وزن ۱۰۰دانه در بوته محاسبه شد. پس از پایان آزمایش و اطمینان از نرمال‌بودن داده‌ها، تجزیه و تحلیل آنها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۸) انجام و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال معنی‌داری پنج‌درصد انجام شد. شکل‌ها با استفاده از نرم‌افزارExcel رسم گردید.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس این آزمایش نشان داد که سطوح مختلف شوری اثر معنی‌داری (P≤۰/۰۱) بر ارتفاع نهایی بوته گیاه نخود داشت (جدول ۱).

تنش شوری از طریق کاهش آب قابل‌جذب، ایجاد عدم تعادل در جذب عناصر غذایی و اثرات سمّی برخی یون‌ها سبب تغییر در متابولسیم گیاهان شده و رشد آنها را کاهش می‌دهد. در همین ارتباط (Jomea-Bidokht (2013 گزارش کرد اثر تنش شوری بر کاهش ارتفاع گیاه نخود معنی‌دار بود و کمترین ارتفاع نخود در بیشترین شوری تعیین‌شده در آزمایش (۷دسی زیسمنس بر متر) بود. همچنین Arefian *et al*, (2012) در بررسی اثر تنش شوری بر خصوصیات مورفوفیزیولوژیک پنج ژنوتیپ مختلف نخود گزارش کردند با افزایش شدت تنش، ارتفاع گیاه در ژنوتیپ‌ها کاهش و با افزایش مدت زمان تنش، شدت کاهش بیشتر شد. بنا بر بسیاری از گزارش‌ها شوری سبب کاهش طول ساقه، ذرت (*Zea mays*) (Cicek & Cakirlar, 2002)، آفتابگردان (*Helianthus annuus*) (Holmstrom *et al*., 2000) و کنجد (*Sesamum indicum*) (Mahmood *et al*., 2003) می‌شود. عدم تورژسانس مناسب سلول‌ها و تخصیص بیشتر مواد سنتزشده جهت مقابله با تنش شوری، کوتاه‌شدن دوره رشد گیاه و نیز مکانیسم‌های فرار از تنش، همگی می‌تواند مانع از رشد و توسعه عادی سلول‌ها و در نتیجه کاهش ارتفاع گیاه شوند (Jose, 2002). کاهش رشد تحت شرایط تنش شوری را می‌توان به کاهش میزان فتوسنتز که خود ناشی از تأثیر شوری بر مکانیزم‌های شیمیایی و غیرشیمیایی است، نسبت داد (Munns & Tester, 2008). همچنین این کاهش رشد می تواند به خشکی القاءشده در اثر تنش شوری که موجب کاهش پتانسیل اسمزی در محیط رشد می‌شود و در نهایت گیاه را مجبور به استفاده از ترکیبات یونی برای تنظیم اسمزی می‌کند، مربوط باشد.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که سطوح مختلف شوری اثر معنی‌داری (P≤۰/۰۱) بر تعداد برگ گیاه نخود داشت (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین تعداد برگ نخود در سطوح مختلف شوری نشان داد که با افزایش شوری تعداد برگ کاهش یافت (شکل ۱). بر اساس این نتایج بیشترین تعداد برگ در شوری یک‌دسی زیمنس بر متر و کمترین برگ در شوری ۹دسی زیمنس بر متر بود. افزایش شوری از یک به ۹دسی زیمنس بر متر باعث کاهش ۱۵/۸۴درصدی تعداد برگ نخود نسبت به شاهد شد. این نتایج نشان داد که به ازای افزایش هر واحد شوری به‌طور میانگین ۱/۹۸عدد برگ نخود کاهش یافته و بیشترین اثرات مربوط به افزایش شوری از یک به ۳دسی زیمنس بر متر به مقدار ۶/۷درصد بود.

کاهش در تعداد برگ و سطح برگ که در واقع کاهش در سطح فتوسنتزی بوده، می‌تواند یکی از عوامل کاهش وزن خشک گیاه باشد. نتایج این آزمایش با گزارش Zibai *et al*, (2012) همخوانی دارد. آنها گزارش کردند سطوح مختلف شوری تعداد برگ در بوته گلرنگ را به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار داد و میانگین تعداد برگ در بوته با افزایش شوری کاهش یافت به‌طوری که با کاربرد سطوح شوری ۸، ۱۶ و ۲۴دسی زیمنس بر متر، میانگین تعداد برگ به‌ترتیب ۷، ۱۷ و ۲۹درصد نسبت به شاهد کاهش نشان داد.

بر اساس نتایج حاصل در این آزمایش، سطوح مختلف شوری اثر معنی‌داری (P≤۰/۰۱) بر سطح برگ گیاه نخود داشت (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین سطح برگ نخود در سطوح مختلف شوری نشان داد که با افزایش شوری، سطح برگ کاهش یافت (شکل ۲). بر اساس این نتایج بیشترین سطح برگ نخود در شوری یک‌دسی زیمنس بر متر و کمترین سطح برگ در بالاترین سطح شوری بود. شوری ۹دسی زیمنس بر متر باعث کاهش ۵۸/۳۶درصدی سطح برگ نخود نسبت به شاهد شد. این نتایج نشان داد که به ازای افزایش هر واحد شوری به‌طور میانگین ۷/۲۹درصد سطح برگ نخود کاهش یافته و بیشترین اثرات مربوط به افزایش شوری از هفت به ۹دسی زیمنس بر متر به مقدار ۳۸/۳درصد بود.

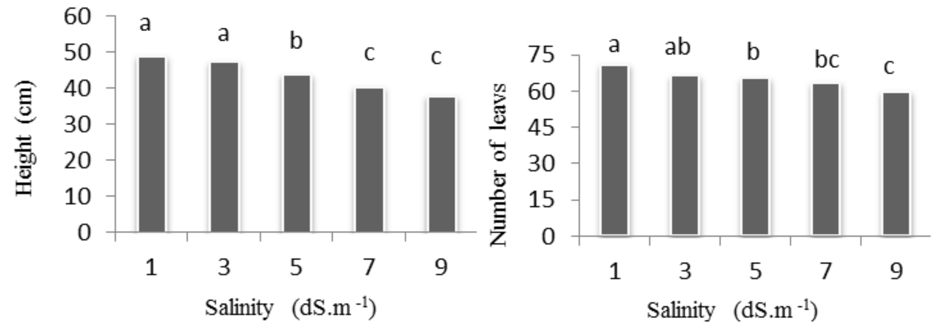
جدول ۱ - تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورفولوژیک، غلظت سدیم و پتاسیم برگ در نخود

Table 1. Analysis of variance (MS) for morphological traits, concentrations of sodium and potassium in chickpea

		میانگین مربعات MS					
منابع تغییرات **S.O.V**	درجه آزادی **df**	ارتفاع بوته **Plant height**	تعداد برگ **Number of leaves**	سطح برگ **Leaf area**	غلظت سدیم **Na**	غلظت پتاسیم **K**	نسبت پتاسیم به سدیم **K:Na**
Block بلوک	3	10.66 ns	29.91 ns	790.92 ns	ns 7.66	6.99 ns	0.02 ns
Salinity شوری	4	85.3**	67.32**	19565.15**	930.96**	365.5**	5.55**
Error خطا	12	3.66	9.62	125.69	6.20	2.25	0.05
C.V. (%) ضریب تغییرات (درصد)		4.37	4.76	4.86	8.04	5.41	16.89

ns، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵درصد و یک‌درصد

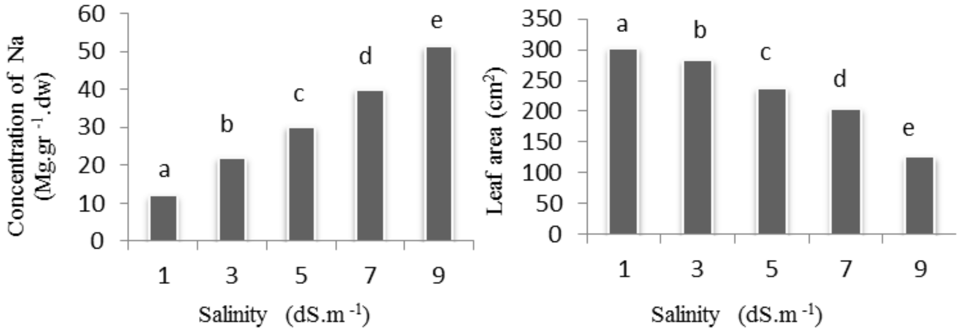
ns,* and **: Not significant, significant at 5% and 1% levels of probability, respectively



شکل ۱- اثر سطوح مختلف شوری بر ارتفاع نهایی بوته و تعداد برگ نخود

Fig. 1. Effect of different levels of salinity on height and number of leaves per plant of chickpea

توسعهٔ سطح برگ تحت تأثیر تولید برگ‌های جدید، افزایش اندازهٔ برگ‌های موجود و پیرشدن برگ‌های مسن می باشد. تنش شوری بر اساس بسیاری از گزارشات ازجمله گزارش Beinsan *et al*, (2009) در لوبیای محلی، *et al*, (2007) Gama در لوبیا و Ghassemi-Golezani *et al*,(2012) در لوبیاچیتی باعث کاهش سطح برگ در گیاه شده است. سطوح بالای شوری باعث کاهش قابل‌توجه در خصوصیات رشد مانند سطح برگ، طول برگ، و وزن خشک می‌گردد (Ashrafuzzaman *et al*., 2002). نتایج این آزمایش همچنین با تحقیقات Stoeva & Kaymakanova (2008) نیز همخوانی دارد. آنها با بررسی اثر شوری بر رشد و سرعت فتوسنتز در لوبیای معمولی گزارش کردند که شوری بیشترین اثر بازدارندگی را روی سطح برگ داشت، به‌طوری‌که شاخص سطح برگ لوبیا نسبت به شاهد ۶۴درصد کاهش یافت. همچنین Delgado & Sanchezraya (1996) گزارش کردند شوری باعث کاهش سطح برگ تا ۴۲درصد در آفتابگردان شد. کاهش سطح برگ ممکن است ناشی از کاهش سرعت تقسیم سلولی و یا کاهش سرعت گسترش سلول‌ها و یا به علت کم شدن تورژسانس سلولی گیاه باشد (Francois *et al*., 1994). یکی از بارزترین اثرات کاهش رشد گیاه کاهش سطح برگ در اثر افزایش شوری می‌باشد. حتی در صورتی‌که میزان فتوسنتز در واحد سطح برگ تغییر نکند، میزان رشد به دلیل کاهش میزان فتوسنتز در کل گیاه کاهش خواهد یافت (Ashraf *et al*., 1989). بنابراین شوری موجب کاهش سطح برگ شده که در نتیجه آن فتوسنتز کاهش یافته و منجر به کاهش عملکردهای بیولوژیکی و تولید محصول در نخود می‌شود.



شکل ۲ – اثر سطوح مختلف شوری بر سطح برگ و غلظت سدیم برگ نخود

Fig. 2. Effect of different levels of salinity on leaf area and concentration of Na of chickpea

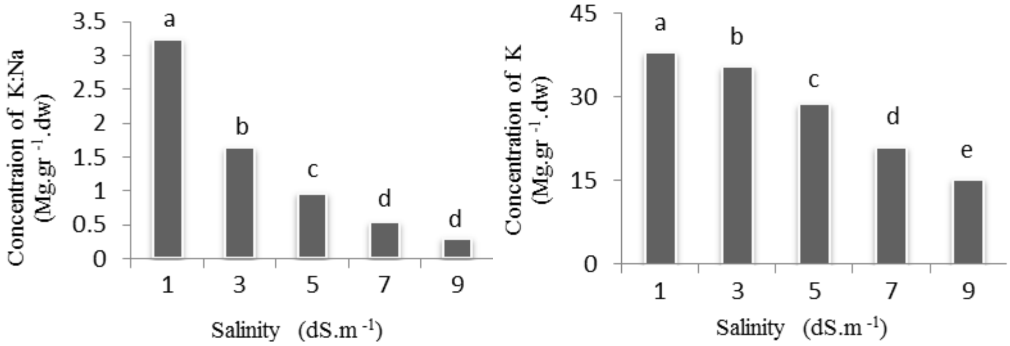
نتایج تجزیه واریانس این آزمایش نشان داد که سطوح مختلف شوری اثر معنی‌داری (P≤۰/۰۱) بر غلظت سدیم برگ در گیاه نخود داشت (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین غلظت سدیم برگ گیاه نخود در سطوح مختلف شوری نشان داد که با افزایش شوری غلظت سدیم برگ افزایش یافت (شکل ۲). بررسی مقایسه میانگین اثرات تنش شوری بر غلظت سدیم برگ گیاه نخود نشان داد که کمترین غلظت سدیم در شوری یک‌دسی زیمنس بر متر و بیشترین غلظت سدیم برگ در شوری ۹دسی زیمنس بود. بر اساس این نتایج در کلیه سطوح شوری غلظت سدیم برگ نخود افزایش یافت، به‌طوری‌که شوری ۹دسی زیمنس بر متر باعث افزایش ۷۶/۷۵درصدی در این شاخص نسبت به شاهد شد که به ازای افزایش هر واحد شوری به‌طور میانگین ۹/۵۹درصد این شاخص در نخود افزایش یافت و بیشترین اثرات مربوط به شوری بیشتر از ۵دسی زیمنس بر متر بود، به‌طوری‌که در شوری‌های ۵، ۷ و ۹دسی زیمنس بر متر به‌ترتیب ۶۰/۵۷، ۲۴/۴۶ و ۲۲/۰۲درصد افزایش غلظت سدیم برگ ملاحظه شد.

تنش شوری باعث افزایش قابل‌توجهی در غلظت سدیم اندام هوایی نخود شد. تأثیر تنش شوری بر میزان سدیم در قسمت‌های هوایی ژنوتیپ‌های مختلف نخود حاکی از تجمع قابل‌ملاحظه سدیم در مقادیر زیاد شوری بود (Kafi *et al.*, 2011). این مطلب ممکن است تأییدکننده این باشد که نخود گیاهی حساس به شوری است و توانایی تحمل در برابر ورود نمک به داخل سیستم آوندی را ندارد. در مقادیر زیاد سدیم، از جذب عناصر غذایی مانند پتاسیم در بافت‌های گیاهی ممانعت به عمل می‌آید که نتیجه آن افزایش نسبت سدیم به پتاسیم می‌باشد (Benlloch *et al.*, 1994).

افزایش غلظت یون سدیم و نسبت سدیم به پتاسیم در پاسخ به تنش شوری از منابع متعددی گزارش شده است. با وجود این، در ارقام متحمل، یون سدیم کمتری وارد بافت‌های گیاه شده و از این رو نسبت سدیم به پتاسیم در گیاه به‌عنوان شاخصی جهت تحمل استفاده می‌شود. در این آزمایش، تنش شوری باعث افزایش غلظت سدیم برگ در نخود شد که با نتایج بسیاری از محققان مشابهت دارد. در گزارش Archangi *et al*, (2012) تجمع میزان سدیم در اندام هوایی شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum*) تحت تأثیر شوری بیان شده است، به‌طوری‌که بیشترین میزان تجمع سدیم در اندام هوایی مربوط به سطح ۱۶۰میلی‌مولار و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد بود و بیشترین میزان تجمع پتاسیم در اندام هوایی را شاهد داشت و به تدریج با افزایش شوری از میزان تجمع پتاسیم در گیاه کاسته شده است. Ashraf & McNeilly (2004) در مطالعات خود به این نتیجه رسیدند که واریته‌های متحمل به شوری در هنگام مواجهه با شوری دارای غلظت سدیم و کلر کمتر و بالعکس غلظت پتاسیم، منیزیم و کلسیم بیشتر در بخش هوایی خود بودند؛ در نتیجه واریته‌های متحمل به شوری در مقایسه با واریته‌های حساس، نسبت Ca^{+}/Na^{+} و K^{+}/Na^{+} بالاتری دارند. بر اساس یافته‌های محققان، نسبت پتاسیم به سدیم در گیاه به‌عنوان شاخصی برای تعیین تحمل به شوری در گیاهان عالی است (Summart *et al.*, 2010).

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از این آزمایش سطوح مختلف شوری اثر معنی‌داری (P≤۰/۰۱) بر غلظت پتاسیم و نسبت غلظت پتاسیم به سدیم برگ در گیاه نخود داشت (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین غلظت پتاسیم برگ گیاه نخود در سطوح مختلف شوری نشان داد که با افزایش شوری، غلظت پتاسیم کاهش یافت (شکل ۳). نتایج این آزمایش نشان داد در کلیه سطوح شوری، غلظت پتاسیم برگ نخود کاهش یافت، به‌طوری‌که شوری ۹دسی زیمنس بر متر باعث کاهش ۵۹/۷۲درصدی در این شاخص نسبت به شاهد شد که به ازای افزایش هر واحد شوری به‌طور میانگین ۷/۴۶درصد غلظت پتاسیم برگ نخود کاهش یافت و بیشترین اثرات مربوط به افزایش شوری از پنج به ۷ و از ۷ به ۹دسی زیمنس بر متر به

مقدار ۲۶/۷۱ و ۲۷/۳۹درصد بود. همچنین نتایج مقایسه میانگین نسبت غلظت پتاسیم به سدیم برگ گیاه نخود در سطوح مختلف شوری نشان داد که با افزایش شوری، نسبت غلظت پتاسیم به سدیم برگ نخود کاهش یافت (شکل ۳). بر اساس نتایج حاصل، بیشترین نسبت غلظت پتاسیم به سدیم برگ در شوری یک‌دسی زیمنس بر متر بود. نتایج این آزمایش نشان داد در کلیه سطوح شوری این نسبت کاهش یافته است، به‌طوری‌که شوری ۹دسی زیمنس بر متر باعث کاهش ۹۰/۷۴درصدی در این شاخص نسبت به شاهد شد که به ازای افزایش هر واحد شوری به‌طور میانگین ۱۱/۳۴درصد نسبت غلظت پتاسیم به سدیم برگ نخود کاهش یافت و بیشترین اثرات مربوط به افزایش شوری از یک به ۳دسی زیمنس بر متر به مقدار ۴۹/۵۷درصد بود.



شکل ۳ – اثر سطوح مختلف شوری بر غلظت پتاسیم و نسبت غلظت پتاسیم به سدیم برگ نخود

Fig. 3. Effect of different levels of salinity on concentration of K and K:Na of chickpea

با توجه به این که پتاسیم در تنظیم فشار اسمزی سلول گیاهی، افزایش مقاومت گیاه به خشکی، بهبود وضعیت نفوذپذیری غشاء سلول و بهبود روابط آب سلولی ریشه نقش داشته و کلسیم عنصر مؤثر در دیواره سلولی، رشد و تقسیم سلولی و نفوذپذیری غشاء سلولی می‌باشد و این دو، عنصر مهم تغذیه‌ای و پُرمصرف مورد نیاز گیاه هستند، با افزایش جذب آنها اثرهای زیان‌آور سدیم کاهش و تحمل گیاه به شوری افزایش می‌یابد (Black *et al*., 1992). در این آزمایش تغییرات مهم در غلظت عناصر در اثر شوری، افزایش غلظت سدیم و کاهش غلظت پتاسیم مشاهده شد که با نتایج Kafi *et al*, (2011) در نخود مطابقت دارد. نتایج تحقیقات حاکی از آن است که افزایش ورود سدیم به گیاه در شرایط تنش شوری در سیتوپلاسم موجب می‌شود که یون سدیم جایگزین یون پتاسیم شده و اثر سمیت یونی ایجاد گردد. با افزایش مقدار سدیم یا نسبت سدیم به پتاسیم در محیط ریشه، غلظت پتاسیم در بافت‌های گیاهی کاهش می‌یابد. علاوه بر این رقابت سدیم با پتاسیم برای محل‌های اتصال درون سلول (به دلیل فراوانی بیشتر سدیم نسبت به پتاسیم) سبب کاهش جذب غیرفعال این عنصر می‌گردد. در این رابطه تبادل پتاسیم واکوئلی با سدیم را به‌عنوان یک مکانیسم احتمالی برای ذخیره‌سازی سدیم در واکوئل ذکر می‌کنند (Mansour *et al*., 1993). در سطوح بالای شوری غالبیت یون سدیم از جذب پتاسیم توسط گیاه جلوگیری نموده است (Baghalian *et al*., 2008). فراوانی سدیم در خاک باعث لطمه به جذب پتاسیم توسط گیاه می‌شود (Turan *et al*., 2009).

نتایج تجزیه واریانس این آزمایش نشان داد که سطوح مختلف شوری اثر معنی‌داری (P≤۰/۰۱) بر تعداد غلاف، عملکرد دانه و وزن۱۰۰دانه در گیاه نخود داشت (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین تعداد غلاف بارور گیاه نخود در سطوح مختلف شوری نشان داد که با افزایش شوری تعداد غلاف بارور گیاه نخود کاهش یافت (شکل ۴). بر اساس نتایج، بیشترین تعداد غلاف در شوری یک‌دسی زیمنس بر متر و کمترین تعداد غلاف در شوری ۹دسی زیمنس بر متر بود. بر اساس این نتایج در کلیه سطوح شوری تعداد غلاف نخود کاهش یافت، به‌طوری‌که شوری ۹دسی زیمنس بر متر باعث کاهش ۳۳/۳۳درصدی در این شاخص نسبت به شاهد شد که به ازای افزایش هر واحد شوری به‌طور میانگین ۴/۱۶درصد کاهش یافت و بیشترین اثرات مربوط به افزایش شوری از ۷ به ۹دسی زیمنس بر متر به مقدار ۲۱/۲۱درصد بود.

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد و اجزای عملکرد در هر بوته در نخود

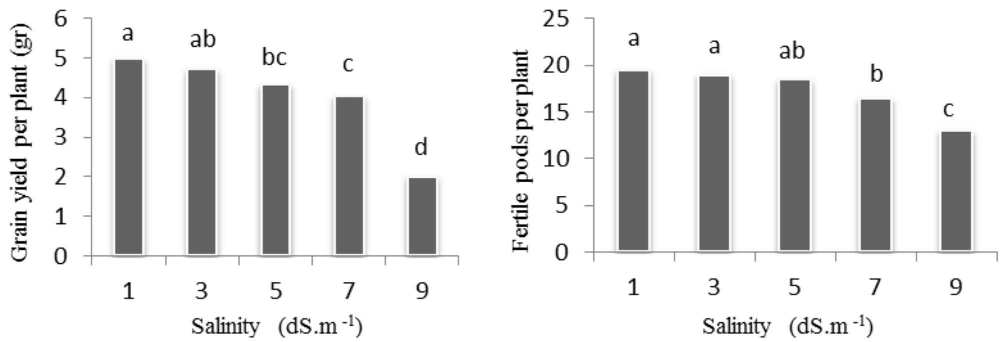
Table 2. Analysis of variance (MS) for yield and yield components per plant in chickpea

		میانگین مربعات MS			
منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	تعداد غلاف Pod No.	عملکرد دانه Grain yield	وزن۱۰۰دانه 100 grain weight	وزن خشک کل Total dry weight
بلوک Block	3	1.40 ns	0.099 ns	0.94 ns	0.72 ns
شوری Salinity	4	28.30 **	5.59**	87.23**	13.25**
خطا Error	12	2.56	0.082	1.40	0.41
ضریب تغییرات (درصد) C.V.		9.26	7.13	5.39	7.16

ns، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵درصد و یک‌درصد

ns,* and **: Not significant, significant at 5% and 1% levels of probability, respectively

همچنین نتایج مقایسه میانگین عملکرد دانه در بوته گیاه نخود در سطوح مختلف شوری نشان داد که با افزایش شوری مقدار عملکرد دانه در بوته گیاه نخود کاهش یافت (شکل ۴). بر اساس نتایج، بیشترین مقدار عملکرد دانه در بوته نخود در شوری یک‌دسی زیمنس بر متر و کمترین مقدار عملکرد دانه در شوری ۹دسی زیمنس بر متر بود. بر اساس این نتایج در کلیه سطوح شوری عملکرد دانه کاهش یافت. اگرچه افزایش شوری از یک تا ۷دسی زیمنس بر متر باعث کاهش اندکی در عملکرد دانه نخود شد، ولی شوری ۹دسی زیمنس بر متر باعث کاهش ۵۹/۸۳درصدی در عملکرد دانه نسبت به شاهد شد که به ازای افزایش هر واحد شوری به‌طور میانگین ۷/۴۷درصد عملکرد دانه نخود کاهش یافت و بیشترین اثرات مربوط به افزایش شوری از ۷ به ۹دسی زیمنس بر متر به مقدار ۵۰/۴۹درصد بود. نتایج مقایسه میانگین وزن۱۰۰دانه گیاه نخود در سطوح مختلف شوری نشان داد که با افزایش شوری وزن۱۰۰دانه نخود کاهش یافت (شکل ۵). بررسی اثر افزایش شوری بر وزن۱۰۰دانه نخود نیز نشان‌دهنده کاهش این شاخص در اثر شوری است، به‌طوری‌که بیشترین مقدار وزن۱۰۰دانه نخود در شوری یک‌دسی زیمنس بر متر و کمترین مقدار در شوری ۹دسی زیمنس بر متر بود. بر اساس این نتایج در کلیه سطوح شوری وزن۱۰۰دانه نخود کاهش یافت. نتایج بیانگر آن است که بیشترین سطح شوری در این آزمایش باعث کاهش ۴۴/۴۴درصدی در وزن۱۰۰دانه نسبت به شاهد شد که به ازای افزایش هر واحد شوری به‌طور میانگین ۵/۵۵درصد وزن۱۰۰دانه نخود کاهش یافت و بیشترین اثرات مربوط به افزایش شوری از ۷ به ۹دسی زیمنس بر متر به مقدار ۲۵/۶۴درصد بود.



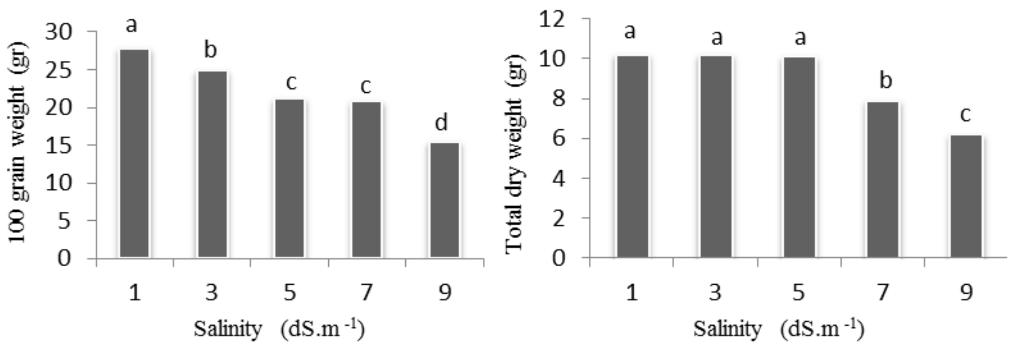
شکل ۴- اثر سطوح مختلف شوری بر تعدادغلاف بارور و عملکرد دانه در هر بوته در نخود

Fig. 4. Effect of different levels of salinity on pod No. and grain yield per plant of chickpea

بنا بر گزارش Sadikia & Rabihb (2001) تنش شوری باعث کاهش تعداد گل و غلاف شِش نوع ژنوتیپ نخود مورد آزمایش شد. دلیل اصلی این کاهش و کاهش تعداد و وزن دانه ها نیز کاهش در فتوسنتز، متابولیسم نیتروژن و متابولیسم کربن تحت شرایط تنش شوری گزارش شده است. نتایج مطالعه دیگری در عدس نشان می‌دهد که با افزایش سطوح شوری، عملکرد و اجزای عملکرد به‌طور بسیار معنی‌داری کاهش یافت (Bandeoglu *et al.*, 2004). در مطالعات Mengel & Kirkby (2001) نیز گزارش شده است که عوامل مختلف ایجادشده تحت تنش شوری باعث کاهش تعداد گل،

تعداد غلاف، تعداد تخمک‌های بارورشده و تولید بذور سالم و در نتیجه تعداد دانه در غلاف و وزن۱۰۰۰دانه و در نهایت کاهش عملکرد شده است. نتایج تحقیقات Francois *et al*, (1994) نشان داد که بیشترین تأثیر شوری بر عملکرد دانه گندم از طریق تغییر در وزن۱۰۰۰دانه است. کاهش وزن۱۰۰۰دانه می تواند به علت کاهش طول پُرشدن دانه در تیمارهای تحت شوری (Francois *et al*., 1994) و همچنین به علت کاهش سنتز مواد گیاهی باشد (Grieve *et al*., 1992). همچنین تغییر مسیر اختصاص مواد فتوسنتزی به ریشه‌ها جهت مقابله با شوری نیز می‌تواند دلیل دیگری بر کاهش وزن خشک دانه‌ها باشد. تأثیر تنش شوری بر وزن دانه‌ها، به زمان اعمال تنش و غلظت نمک در محیط رشد بستگی دارد، به‌طوری‌که اعمال تنش در مراحل اولیه نمو گیاه، به علت کوتاه شدن دوره پُرشدن دانه، تأثیر بیشتری بر کاهش وزن در هر سنبله می گذارد (Grieve *et al*., 1992).

نتایج تجزیه واریانس این آزمایش نشان داد که سطوح مختلف شوری اثر معنی‌داری (P≤۰/۰۱) بر وزن خشک کل گیاه نخود داشت (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین وزن خشک کل نخود در سطوح مختلف شوری نشان داد که با افزایش شوری وزن خشک کل کاهش یافت (شکل ۵). بررسی نتایج نشان داد بیشترین سطح شوری (۹دسی زیمنس بر متر) باعث کاهش ۳۹/۳۴درصد در وزن خشک کل نخود نسبت به شاهد شد. افزایش شوری از یک تا ۵دسی زیمنس بر متر باعث کاهش ناچیز، ولی شوری ۷دسی زیمنس بر متر باعث کاهش قابل‌توجهی (۲۱/۷۶درصد) در وزن خشک کل شد. این نتایج بیانگر آن است که به ازای افزایش هر واحد شوری به‌طور میانگین ۴/۹۲درصد وزن خشک کل نخود کاهش یافت و بیشترین اثرات مربوط به افزایش شوری از ۵ به ۷دسی زیمنس بر متر به مقدار ۲۱/۷۶درصد بود. به‌نظر می‌رسد کاهش سطح برگ یکی از دلایل کاهش رشد در اثر شوری باشد. تنش شوری از طریق کاهش تکثیر سلولی و کاهش مدت تجمع ماده خشک باعث کوتاه‌شدن میانگره‌ها شده و ارتفاع بوته و در نتیجه وزن خشک برگ و اندام هوایی را کاهش می‌دهد. کاهش وزن خشک کل، به دلیل کاهش سطح فتوسنتزکننده، کاهش طول مدت فعال فتوسنتزی برگ و کاهش انتقال مواد ذخیره ای از ریشه به اندام هوایی می‌باشد. سطح اندام‌های فتوسنتزکننده در اثر تنش شوری بر اثر مرگ تعدادی از برگ‌ها بسیار کاهش می‌یابد و راندمان فتوسنتز برگ‌های باقیمانده نیز زیاد نمی‌باشد. در نتیجه بیوماس کل تولیدشده در اثر تنش شوری کاهش می‌یابد. شوری، زیست‌توده گیاهان را به علت کاهش پتانسیل آب، اثر یون‌های سمی یا عدم تعادل یونی کاهش می‌دهد (Neumann, 1997). نتایج این آزمایش با گزارش Gama *et al*, (2007) همخوانی دارد. آنها با بررسی واکنش‌های فیزیولوژیکی ارقام لوبیای معمولی به تنش شوری گزارش نمودند که تحت تنش شوری وزن خشک کل گیاهچه های لوبیا کاهش می‌یابد که این کاهش در وزن خشک کل لوبیا تحت تنش شوری نشان‌دهنده محدودیت‌های شدید رشد می‌باشد. Zibai *et al*, (2012) گزارش کردند سطوح مختلف شوری وزن اندام هوایی (ساقه و برگ) گلرنگ را در سطح احتمال یک‌درصد تحت تأثیر قرار داد و میانگین وزن خشک اندام هوایی با افزایش شوری کاهش معنی‌داری یافت، به‌طوری‌که با کاربرد سطوح شوری ۸، ۱۶ و ۲۴دسی زیمنس بر متر، میانگین وزن خشک برگ به‌ترتیب ۱۰، ۳۱ و ۵۷درصد نسبت به شاهد کاهش نشان داد و در این سطوح شوری کاهش وزن خشک ساقه به‌ترتیب ۱۴، ۴۰ و ۵۱درصد نسبت به شاهد بود. کاهش وزن خشک اندام هوایی در نتیجه شوری می‌تواند به تعداد کمتر برگ و سطح کوچکتر برگ‌ها نسبت داده شود.



شکل ۵- اثر سطوح مختلف شوری بر وزن۱۰۰دانه و وزن خشک کل در نخود

Fig. 5. Effect of different levels of salinity on 100 grain weight and total dry weight of chickpea

نتیجه‌گیری

در این مطالعه تنش شوری از طریق تأثیر منفی بر ارتفاع بوته، تعداد برگ، سطح برگ، غلظت پتاسیم و نسبت غلظت پتاسیم به سدیم و افزایش غلظت سدیم در گیاه موجب کاهش تجمع ماده خشک در نخود گردید و عملکرد و اجزای عملکرد نخود را کاهش داد. اگرچه کلیه سطوح شوری در این آزمایش بر صفات اندازه‌گیری‌شده تأثیر داشت، ولی در این آزمایش بیشترین اثرات شوری بر نخود در شوری ۷ dSm^{-1} بود. بر اساس نتایج این آزمایش، رقم آزاد نخود تا شوری ۵ dSm^{-1} حساسیت زیادی نسبت به شوری نشان نداد و محدودیت کشت ندارد. درصورت کشت این رقم در شرایط شوری بیشتر، بسیاری از خصوصیات رشدی مؤثر در عملکرد، کاهش می‌یابد و لذا جهت جلوگیری از کاهش شدید عملکرد، اعمال مدیریت ویژه مناطق شور، ضروری می‌باشد.

منابع

1. Aminpanah, H., and Soroushzadeh, A. 2005. Study of effect of calcium on the distribution of sodium and potassium nitrate in rice seedlings under salinity conditions. Journal of Biology 18(2): 92-100. (In Persian with English Summary).
2. Archangi, A., Khodambashi, M., and Mohammadkhani, A. 2012. The effect of salt stress on morphological characteristics and Na^+, K^+ and Ca^+ ion contents in medicinal plant fenugreek (*Trigonella foenum graecum* L.) under hydroponic culture. Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture 3(10): 33-41. (In Persian with English Summary).
3. Arefian, M., Vesal, S., Bagheri, A., and Ganjeali, A. 2012. Evaluation of some morpho-physiological characteristics of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under salt stress. 1th National Conference on Plant Stress (Abiotic), 31 Oct.-1 Nov. 2012. University of Isfahan. (In Persian).
4. Asha Dhingra, H.R. 2007. Salinity mediated changes in yield and nutritive value of chickpea *(Cicer arietinum* L.*)* seeds. Indian Journal of Plant Physiology 12(3): 271-275.
5. Ashraf, M., Bokhari, M.H., and Mehmood, S. 1989. Effect of four different salts on germination and seedling growth of four *Brassica* species. Journal Biologia 35: 173-187.
6. Ashraf, M., and McNeilly, T. 2004. Salinity tolerance in *Brassica* oilseeds. Plant Science 23: 157-174.
7. Ashrafuzzaman, M., Halim Khan, M.A., and Shahidullah, S.M. 2002. Vegetative growth of maize (*Zea mays* L.) as affected by a range of salinity. Crops Research Hisar 24: 286-291.
8. Baghalian, K., Haghiry, A., Naghavi, M.R., and Mohammadi, A. 2008. Effect of saline irrigation on agronomical and phytochemical characters of chamomile (*Matricaria recutita* L.). Scientia Horticulturae 116: 437-441.
9. Bandeoglu, E., Egidogan, F., Yucel, M., and Avni Oktem, H. 2004. Antioxidant responses of shoots and roots of lentil to NaCl-salinity stress. Plant Growth Regulation 42: 69-77.
10. Beinsan, C., Camen, D., Sumalan, R., and Babau, M. 2009. Study concerning salt stress effect on leaf area dynamics and chlorophyll content in four bean local landraces from Banat area. In: Prociding of the 44th Croatian & 4th International Symposium on Agriculture. p. 416-419.
11. Benlloch, M., Ojeda, M.A., Ramos, J., and Rodriguez-Navarro, A. 1994. Salt sensitivity and low discrimination between potassium and sodium in bean plants. Plant and Soil 166: 117-123.
12. Black. C.A., Fanning C., and Fanning, C. 1992. Soil-Plant Relationship. Krier pub .co., USA 332p.
13. Boem, F.H.G., Scheiner, J.D., and Lavadi, R.S. 1994. Some effect of soil salinity on growth, development and yield of rapeseed (*Brassica napus* L.). Crop Science 137: 182-187.
14. Cicek, N., and Cakirlar, H. 2002. The effect of salinity on some physiological parameters in two maize cultivar. Bulgarian Journal of Plant Physiology 28(1-2): 66-74.
15. Delgado, I.C., and Sanchezraya, A.J. 1996. Effect of NaCl on some physiological parameters in sunflower (*Helianthus annuus* L.) seedlings. American Society of Agronomy 25: 284-292.
16. FAO., 2011. Land and plant nutrition management service. Available on line at: http://www.fao.org/ag/agl/agll/ spush. Accessed 25 November 2011.
17. Francois, L.E., Grieve, C.M., Mass, E.V., and Lesch, S.M. 1994. Time of salt stress affects growth and yield components of irrigated wheat. Agronomy Journal 86: 100-107.
18. Gama, P.B., Inanaga, S., Tanaka, K., Nakazawa, R. 2007. Physiological response of common bean (*Phaseolus Vulgaris* L.) seedlings to salinity stress. African Journal of Biotechnology 6: 79-88.
19. Ghassemi-Golezani, K., Nikpour-Rashidabad, N., and Zehtab-Salmasi, S. 2012. Effect of salt stress on leaf area index, plant biomass and grain yield of Pinto bean (*Phaseolus vulgaris*). 12th Iranian Congress of Crop Sciences. September 4-6, 2012. Islamic Azad University of Karaj. (In Persian).

20. Grieve, C.M., Lesch, S.M., Francois, L.E., and Maas, E.V. 1992. Analysis of main-spike yield components in salt-stressed wheat. Crop Science 32: 697-703.
21. Hamada, A.M., and EL-Enany, A.E. 1994. Effect of NaCl salinity on growth, pigment and mineral element contents, and gas exchange of broad bean and pea plants. Biologia Plantarum 36: 75-81.
22. Holmstrom, K., Somersalo, S., mandal, A., Palva, T.E., and Welin, B. 2000. Improved tolerance to salinity and low temperature in transgenic tobacco producing glycine betaine. Journal of Experimental Botany 51(343): 177-185.
23. Jomea-Bidokhti, A. 2013. The study of growth characteristics, yield and grain yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars under the effect salinity. MSc Thesis. University of Birjand Iran. (In Persian).
24. Jose, A,I. 2002. Package of Practices Recommendations: Crops 12th Edition, Kerala Agricultural University, Trichur, Kerala. India. 278p.
25. Kafi, M., Bagheri, A., Nabati, J., Zare Mehrjerdi, M., and Masoumi, A. 2011. Effect of salinity on some physiological variables of 11 chickpea genotypes under hydroponic conditions. Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture 1(4): 55-70.
26. Mahmood, S., Iram, S., and Athar, H.R. 2003. Intra- specific variability in sesame (*Sesamum indicum*) for various quantitive and qualitive attributes under differential salt regimes. Journal of Research (Science) 14(2): 177-186.
27. Mansour, M.M., Stadelmann, E.J., and Lee-Stadelmann, O.Y. 1993. Salt acclimation of *Triticum aestivum* by coline chloride: plant growth, mineral content and permeability. Plant Physiology and Biochemistry 31(3): 341-348.
28. Mengel, K., and Kirkby, E.A. 2001. Principles of Plant Nutrition. 5th Edn., Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London, ISBN: 1402000081.
29. Munns, R. 2005. Genes and salt tolerance: bringing them together. New Phytologist 167(3): 645-663.
30. Munns, R., and Tester, M. 2008. Mechanism of salinity tolerance. The Annual Review of Plant Biology 59: 651-681.
31. Neumann, P. 1997. Salinity resistance and plant growth revisited. Plant Cell Environment. 20: 1193-1198.
32. Roy, F., Boye, J., and Simpson, B. 2010. Bioactive proteins and peptides in pulse crops: pea, chickpea and lentil. Food Research International 43: 432-442.
33. Sadikia, M., and Rabihb, K. 2001. Selection of chickpea (*Cicer arietinum* L.) for yield and symbiotic nitrogen fixation ability under salt stress. Agronomie 21: 659-666.
34. Shabala, A.J., and Al_Azawi, S.K. 2000. Occurrance of phosphate-solubilizing bacteria in some Iraqi Soils. Plant and Soil 117: 135-141.
35. Sharma, D., and Judha, N.S. 1984. Pulse Production in Semi-Arid Regions of India. Oxford Publishing Company.
36. Stephen, R.G. 2002. Irrigation Water Salinity and Crop Production. University of California Agriculture and Natural Resources Publication 98066. http://anrcatalog.ucanr.edu/pdf/8066.pdf.
37. Stoeva, N., and Kaymakanova, M. 2008. Effect of salt stress on the growth and photosynthesis rate of bean plants *(Phaseolus vulgaris* L.*)*. Central Europe Agriculture 9: 385-392.
38. Summart, J., Thanonkeo, P., Panichajakul, S., Prathepha, P., and Mc Manse, M.T. 2010. Effect of salt sress on growth, inorganic ion and proline accumulation in Thai aromatic rice, Kaho Dawk Mail 105. Callus Culture 9(2): 145- 152.
39. Turan, M.A., Elkiram, A.H.A., Taban, N., and Tban, S. 2009. Effect of salt stress on growth, stomatal resistance, proline and chlorophyll concentrations in maize plant. African Journal of Agricultural Research 4(9): 893-897.
40. Zibai, S., Rahimi, A., and Dashti, H. 2012. Effects of seed priming on growth, chlorophyll content, relative water content and dry matter distribution of safflower (*Carthamus tinctorius, cv.* Gholdasht) under salinity stress**.** Journal of Crop Production and Processing 2(5): 47-59. (In Persian with English Summary).

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 9, No. 1, 2018, p. 57-68

Effect of salt stress on yield and yield components in chickpea (*Cicer arietinum* L. cv. Azad)

Doraki[1*], Gh., Zamani[2], Gh. & Sayyari[3], M.H.

1. MSc. of Weed Science, Faculty of Agriculture, University of Birjand
2. Associate Professor, Faculty of Agriculture, University of Birjand, gzamani@birjand.ac.ir
3. Associate Professor, Faculty of Agriculture, University of Birjand, msayari@birjand.ac.ir

Received: 13 February 2016
Accepted: 10 August 2016

DOI: 10.22067/ijpr.v9i1.53816

Introduction

One of the important abiotic stresses is salinity, with adverse effects on yield and product quality. Salinity damages to plants through ionic and osmotic stress are reflected in loss of water content, specific toxicity effect of ions, and disruption in nutrients uptake. Soil salinity can be raised by irrigation, inappropriate drainage, sea advancement to coastal regions and accumulation of salts in desert and semi-desert regions. Salinity is a limiting factor for plant growth because it limits the feeding of the plants by reduction the uptake of P, K, nitrate and Ca and increasing inter-cellular ion concentration and osmotic stress. In addition to its adverse impacts on the yield and yield components of crops, salinity affects most processes involved in the growth and development of the plants too.

Materials & Methods

The present study was conducted in research greenhouse of Department of Agriculture, Birjand University on the basis of a Randomized Complete Block Design with four replications. The soil salinity treatments included five levels of 1, 3, 5, 7 and 9 dSm^{-1}. Soil texture was loam-sandy with the pH of 8.09 and EC of 1 dSm^{-1}. The irrigation water was filtered with EC<350 μScm^{-1}. The salinity was applied in accordance with soil saturation moisture percentage and field capacity moisture percentage. NaCl was used as the source of salinity. Irrigation was applied by daily weighing of pots in terms of field capacity moisture percentage. In flowering before yellowing of chickpea pods, number of leaves, leaf area and the concentration of sodium and potassium were measured. After full yellowing of the plants, pod number, grain yield, 100 grain weight and total dry weight per plant was recorded.

Results & Discussion

It was found that salinity level significantly influenced all measured traits. Salinity adversely affected plant height, number of leaves and leaf area, so that the highest level of salinity resulted in 22.4% plant height, 15.8% number of leaves and 58.4% leaf area per plant. The salinity by reducing the water-absorbent, creates an imbalance in nutrient uptake and toxic effects of some ions and causes changes in the metabolism of plants and reduces their growth. Reduction in the number of leaves and leaf area, which in fact have been a reduction in the photosynthesis area can be one of the factors that reduce the dry weight of plants. Under salinity stress, the plants reduce their leaf area to counteract the stress and results in greater thickness of the leaves, the accumulation of more chloroplast per unit leaf area and increase in leaf chlorophyll content. Salinity enhanced the concentration of sodium, reduced concentration of potassium and concentration K:Na in chickpea. It was revealed that the increase in salinity level from 1 to 9 dS m^{-1} increased the concentration of sodium 76.75% and reduced concentration of potassium to 59.7%. Rising the entry of sodium into plant under salinity conditions cause cytoplasm to be replaced with potassium ions and ion toxicity effect. By increasing the amount of sodium or sodium ratio to potassium in root environment, the concentration of potassium in plant tissues was reduced. Also, the highest salinity levels as compared to control reduced pod number by 33.33%, grain yield by 59.83%, 100 grain weight by 44.44% and by 39.34% total dry weight per plant. Shoot dry weight loss as a result of salinity can be attributed less number of leaves and smaller leaves. One effect of salinity on grain yield is changing 1000-grain weight. Lower 1000-grain weight cane be associated with shorter grain filling period in salinity treatments and also with lower synthesis of assimilates.

***Corresponding Author:** doraki_rg@yahoo.com

On the other hand, the change in the pathway of assimilate partitioning to roots for counteracting the salinity can be another reason for lower dry weight of the grains.

Conclusion

The effect of different levels of salinity on the measured traits showed that salinity had negative impacts on morphological traits, plant height, number of leaves, leaf area, potassium concentration and concentration ratio of potassium to sodium. Sodium concentration in plants reduced dry matter accumulation in chickpea and grain yield. Application of these levels of salinity indicated that peas are moderately sensitive plants to salinity, particularly salinity stress level of >7 dS m^{-1}.

Key words: Grain yield, Leaf area, Plant height, Soil salinity, Total dry weight